蛇紋岩質粘性土の固化処理に適したセメント系固化材の開発

(株)宇部三菱セメント研究所○正会員　清田正人
朝倉悦郎
堤　徹郎
住鉱コンサルタント(株)　鈴木哲也

１．はじめに

日本各地に分布している蛇紋岩地帯では，地すべりや法面崩落が発生しやすく，土木工事を難しくする岩盤の多いことが知られている。蛇紋岩とは蛇紋石を主成分鉱物とし，かんらん岩などの超塩基性岩類から蛇紋岩化作用（加水反応）により生成され，外観が蛇の模様や色に似ていることから命名されている。蛇紋岩地帯に地すべりが発生し易いのは，比較的せん断抵抗角の小さい粘土鉱物のクロライトやスメクタイトおよびタルクが地層の境界付近に混在するためで，この境界部がすべり面として作用すると考えられている[1)]。

近年，セメント系固化材を使用した地盤改良工事が増加し，様々な対象土や場所へ利用され，適用範囲が広がっている。そこで，北海道の蛇紋岩質粘性土に適した固化材を開発し，実現場においてその固化材を使用して施工が行われている。本報では，固化処理土の性状を中心に，開発した固化材の概要を報告する。

２．蛇紋岩質粘性土用固化材の開発

2.1 試料土

北海道幌加内町の道路施工現場から採取した蛇紋岩質粘性土を写真1，土質性状を表1，Ｘ線回折結果を図1に示す。この粘性土は，鮮やかな青白～青緑色を呈し，試料土の塊を手で磨りつぶすと，水分がしみ出ながら簡単に崩れるものであった。

図1に示す通り，主な回折ピークは，スメクタイト，クロライト（緑泥石），タルク（滑石），角閃石，カルサイト，石英であった。ジエチレングリコール処理によりスメクタイトが，塩酸処理によりクロライトが同定された。蛇紋岩地帯の地すべりを発生させ易くする，クロライトやタルクおよびスメクタイトが検出されたことから，この地帯では蛇紋岩質粘性土に起因する地すべりの危険性があると推察される。

写真1　蛇紋岩質粘性土の外観

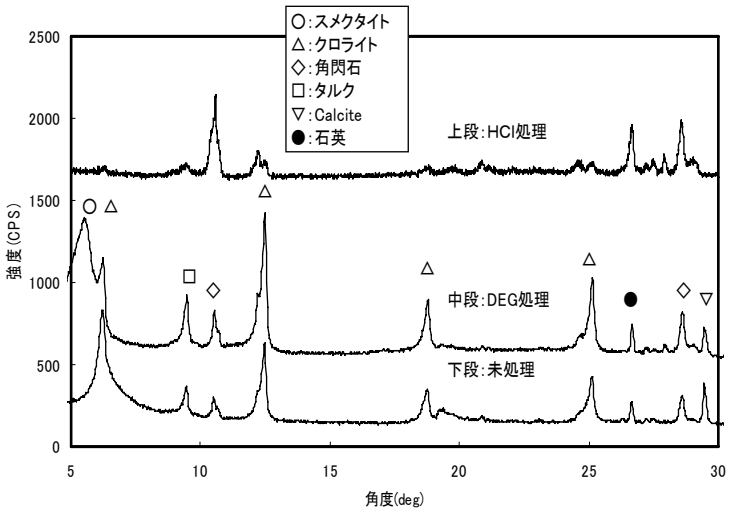

図1　蛇紋岩質粘性土のＸ線回折図

表1　試料土の土質性状

試料土の種類	含水比 (%)	湿潤密度 (g/cm³)	液性限界 (%)	塑性限界 (%)	塑性指数	粒度(%)		
						細粒分	砂分	礫分
蛇紋岩質粘性土	31.5	1.926	48.0	26.4	21.6	46.1	40.0	13.9

キーワード：蛇紋岩，地すべり，セメント系固化材，一軸圧縮強さ
連絡先：埼玉県秩父郡横瀬町大字横瀬2270番地　TEL(0494)23-7471　FAX(0494)23-7401

2.2 固化材

蛇紋岩質粘性土の粒径が極めて小さいことから，粒径の細かいセメント系材料が有効と考え，これらを主材料とした。また，種々の配合試験を通して，蛇紋岩質粘性土と相性が良い材料構成と化学組成を見出し，このような土に適したセメント系固化材（US31）を開発した。

2.3 試験概要

蛇紋岩質粘性土の流動を防ぐ目的で，抑え盛土や抑止杭としての効果を確認する必要があるため，一軸圧縮試験に加えて，三軸圧縮試験も実施した。「安定処理土の締固めをしない供試体作製方法(JGS 0821)」に準拠して供試体を作製し，材齢７日，28日において「土の一軸圧縮試験方法（JIS A 1216）」および「土の非圧密非排水(UU)三軸圧縮試験方法（JGS 0521）」に準拠して強度試験を実施した。六価クロムの溶出試験は，材齢7日の試験後の試料を用いて，環境庁告示第46号「土壌の汚染に係わる環境基準について」により実施した。

2.4 強度試験結果

高炉セメントB種（BB）および一般軟弱土用固化材（US10）と比較した固化処理土の強度を図2，表2に示す。US31による固化処理土の一軸圧縮強さは，BBに比べて3倍程度，US10に比べて2倍程度であることが判明した。US31は，低添加量および材齢7日においても高い強度発現性のあることが確認された。また，三軸圧縮試験でも，US31による固化処理土の粘着力および内部摩擦角は，BBに比べてかなり大きな値を示した。

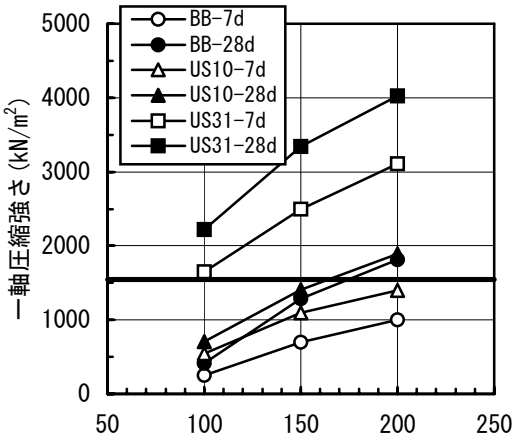

図2 添加量と強度の関係
（スラリー添加，W/C=80%）

表2 三軸試験結果

種類	材齢（日）	粘着力 C(kN/m²)	内部摩擦角 φ（°）
未改良土	－	11	0.4
BB-乾式100kg添加	28	163	17.0
US31-乾式100kg添加	28	491	28.3

これは，通常のセメントでは，蛇紋岩質粘性土中の粘土鉱物や溶存イオン等により，セメントクリンカー鉱物の水和反応が抑制されたものと考えられる。一方，US31では，粘土鉱物と相性の良い（水和反応が抑制されない）材料構成および化学成分であり，粒径の細かいセメント粒子が土粒子間に均一に混合分散され，高強度が得られたものと推察する。したがって，US31は地すべり安定性に優れ，抑え盛土や抑止杭的にも活用できると考えられる。

2.5 溶出試験結果

固化処理土からの六価クロムの溶出試験結果を図3に示す。いずれの固化材配合においても土壌環境基準値(0.05mg/L)を満足することが確認された。

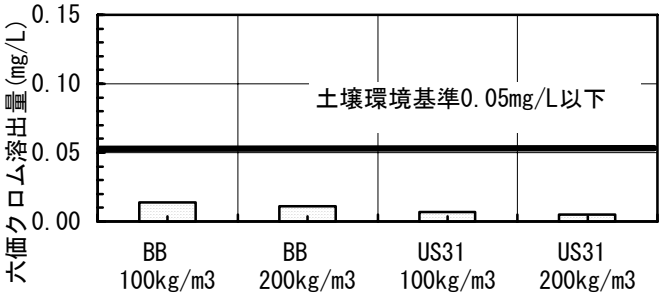

図3 固化処理土からの六価クロムの溶出量

３．まとめ

粒径が細かいセメント系材料を用いて，蛇紋岩質粘性土の固化処理に適したセメント系固化材US31を開発した。US31はBBの使用時に比べて，固化処理土の一軸圧縮強さで3倍程度高く，粘着力や内部摩擦角も大きな値となることが判明した。また，北海道幌加内町の現場において，地すべり土塊の変動抑制法としてUS31による改良体が施工されている。今後はその効果確認と，固化処理土の強度発現メカニズムを解明する予定である。

【参考文献】

1) 横田公忠・矢田部龍一・八木則男：蛇紋岩地すべりに対する鉱物学的一考察，「地すべり」（地すべり学会発行）第 35 巻 3 号，pp.15-23(1998.12)